

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-255462

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

(51)Int.Cl. G02B 17/00
G02F 1/13
G03B 21/10
G09F 9/00
H04N 5/64
H04N 5/74

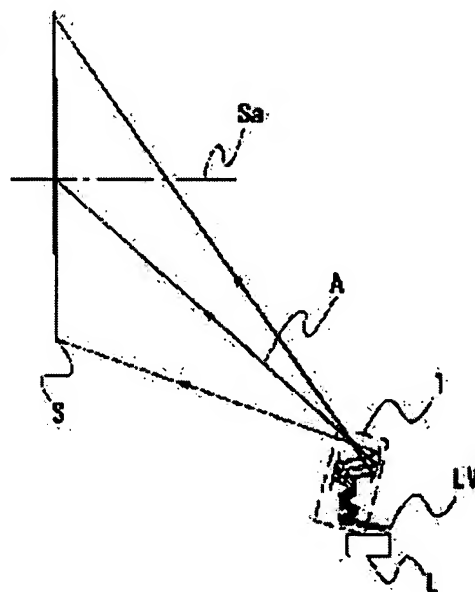
(21)Application number : 2000-065404 (71)Applicant : CANON INC
(22)Date of filing : 09.03.2000 (72)Inventor : SUNAGA TOSHIHIRO

(54) PROJECTION OPTICAL SYSTEM AND PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a projection optical system and a projection type display device using the projection optical system, in which the ratio of peripheral light quantity is secured and an oblique projection system having a high enlargement ration is used while the device is miniaturized.

SOLUTION: In this projection optical system, luminous flux from a picture display panel is guided to a screen surface inclined to a reference axis so as to form picture information on the screen surface. The optical system is equipped with a reflection optical system which has plural rotationally asymmetric reflection surfaces having curvature and where the luminous flux from the picture display panel is reflected on the plural rotationally asymmetric reflection surfaces and guided to the screen surface, and is provided with a diaphragm between the plural rotationally asymmetric reflection surfaces of the reflection optical system or between the reflection optical system and the picture display panel, and the diaphragm is set to form a picture at negative magnification by an optical member arranged



nearer of the screen side than the position of the diaphragm.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	06.06.2001
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	24.09.2003
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3840031
[Date of registration]	11.08.2006
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2003-020113
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	15.10.2003
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-255462

(P2001-255462A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト [*] (参考)
G 0 2 B 17/00		G 0 2 B 17/00	A 2 H 0 8 7
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 8 8
G 0 3 B 21/10		G 0 3 B 21/10	Z 5 C 0 5 8
G 0 9 F 9/00	3 6 0	G 0 9 F 9/00	3 6 0 K 5 G 4 3 5
H 0 4 N 5/64	5 0 1	H 0 4 N 5/64	5 0 1 D 9 A 0 0 1

審査請求 有 請求項の数20 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-65404(P2000-65404)

(22) 出願日 平成12年3月9日 (2000.3.9)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 須永 敏弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

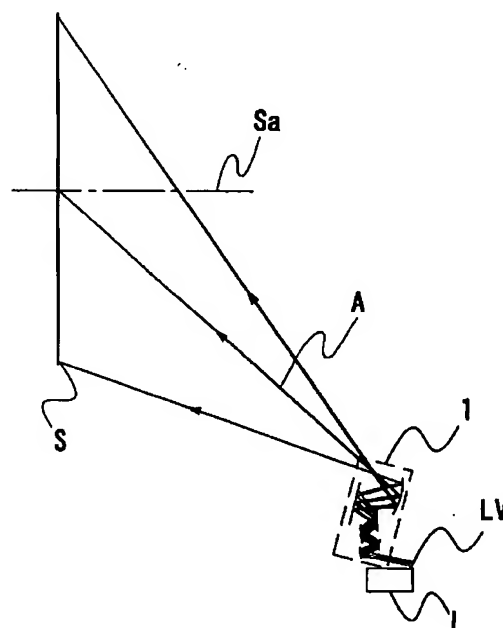
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 装置の小型化を図りつつ、周辺光量比を確保し、かつ拡大率の高い斜め投射方式を用いた投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置を得ること。

【解決手段】 画像表示パネルからの光束を基準軸に対して傾斜したスクリーン面上に導光して、該スクリーン面に画像情報を形成する為の投射光学系において、該投射光学系は、曲率を有する回転非対称反射面を複数有し、該画像表示パネルからの光束が該複数の回転非対称反射面で反射をして該スクリーン面上に導光する反射光学系を有しており、該反射光学系の複数の回転非対称反射面間、又は、該反射光学系と該画像表示パネルの間に絞りを設け、該絞りが該絞り位置より該スクリーン側に配置した光学部材により負の倍率で結像をするように設定していること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像表示パネルからの光束を基準軸に対して傾斜したスクリーン面上に導光して、該スクリーン面に画像情報を形成する為の投射光学系において、該投射光学系は、曲率を有する回転非対称反射面を複数有し、該画像表示パネルからの光束が該複数の回転非対称反射面で反射をして該スクリーン面上に導光する反射光学系を有しており、該反射光学系の複数の回転非対称反射面間、又は、該反射光学系と該画像表示パネルの間に絞りを設け、該絞りが該絞り位置より該スクリーン側に配置した光学部材により負の倍率で結像をするように設定していることを特徴とする投射光学系。

【請求項2】 表示パネルからの光を投射する投射光学系であって、絞りと複数の反射面とを有し、該複数の反射面のうち前記絞りを通過した光が最初に入射する屈折力を有する反射面の屈折力が正であることを特徴とする投射光学系。

【請求項3】 前記屈折力が正の反射面は凹面反射面または回折面であることを特徴とする請求項2の投射光学系。

【請求項4】 前記絞りは前記複数の反射面と前記パネルの間にあるか、前記屈折力が正の反射面と屈折力を有する別の反射面との間にあることを特徴とする請求項2の投射光学系。

【請求項5】 前記屈折力が正の反射面は非球面であることを特徴とする請求項2、3又は4の投射光学系。

【請求項6】 前記複数の反射面は、屈折力を有する非球面反射面を複数含むことを特徴とする請求項5の投射光学系。

【請求項7】 前記屈折力が正の反射面は非回転対称な非球面であることを特徴とする請求項2、3又は4の投射光学系。

【請求項8】 前記複数の反射面は、非回転対称な非球面を持ち且つ屈折力を有する複数の反射面を含むことを特徴とする請求項7の投射光学系。

【請求項9】 前記複数の反射面のうち屈折力を有する複数の反射面の全てが非回転対称な非球面を持つことを特徴とする請求項8の投射光学系。

【請求項10】 屈折力を有するレンズも有することを特徴とする請求項9の投射光学系。

【請求項11】 前記投射光学系は、前記画像表示パネルと前記スクリーンとが非平行の状態で配置されているときに使用されるものであることを特徴とする請求項1の投射光学系。

【請求項12】 前記反射光学系は、前記画像表示パネルからの光束を集光させて、光路中に中間像を結像することを特徴とする請求項1又は11の投射光学系。

【請求項13】 前記複数の回転非対称反射面の少なくとも一つは表面反射鏡より成っていることを特徴とする請求項1、11又は12の投射光学系。

【請求項14】 前記複数の回転非対称反射面の少なくとも一つは裏面反射鏡より成っていることを特徴とする請求項1、11又は12のいずれか1項の投射光学系。

【請求項15】 前記反射光学系は、透明体の表面に2つの屈折面と曲率を有する前記回転非対称反射面を複数形成し、前記画像表示パネルからの光束が1つの屈折面から該透明体の内部へ入射し、該複数の回転非対称反射面で反射して別の屈折面から射出するように構成された光学ブロックを少なくとも一つ含むことを特徴とする請求項1又は11から14のいずれか1項の投射光学系。

【請求項16】 前記複数の回転非対称反射面の少なくとも2つの反射面はモールド成形により一体で作成されていることを特徴とする請求項1又は11から15のいずれか1項の投射光学系。

【請求項17】 前記画像表示パネルの中心とスクリーン面上の画像情報の中心とを結ぶ中心線のまわりに前記反射光学系を展開したときの画像表示パネル側のアジマス ξ 度における主点位置を $H(\xi)$ とし、該中心線と該スクリーン面の法線を含む面を表すアジムスを α としたとき

$$|H(\alpha+90^\circ)-H(\alpha)|/H(\alpha)<0.2$$

となる条件を満足することを特徴とする請求項1又は11から16のいずれか1項の投射光学系。

【請求項18】 前記画像表示パネルの中心とスクリーン面上の画像情報の中心を結ぶ中心線と前記スクリーンの法線とのなす角を θ とし、該中心線のまわりに前記反射光学系を展開したときのアジマス ξ 度における焦点距離を $f(\xi)$ とし、該中心線と前記スクリーンの法線を含む面を表すアジムスを α としたとき

$$|1-\cos\theta f(\alpha)/f(\alpha+90^\circ)|<0.2$$

となる条件を満足することを特徴とする請求項1又は11から17のいずれか1項の投射光学系。

【請求項19】 請求項1～18のいずれか1項に記載の投射光学系を用いて画像表示パネルに基づく光束をスクリーン面上に導光し、該スクリーン面に画像情報を形成していることを特徴とする投射型表示装置。

【請求項20】 請求項1～18のいずれか1項に記載の投射光学系を用いて画像表示パネルに基づく光束を1つ又は複数の平面ミラーを介して透過型のスクリーンに導光し、該スクリーン面に画像情報を形成していることを特徴とする投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置に関し、例えば液晶表示素子（液晶パネル）やデジタルマイクロミラーデバイス等の画像表示パネルによって光変調された光束をスクリーン又は壁に導光し、画像情報を形成する液晶プロジェクター（プロジェクション）等の光学機器に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、液晶パネル等の画像表示パネルを光源からの光束により照明し、画像表示パネルで光変調された透過光又は反射光を用いて投影レンズにより、スクリーン又は壁に拡大投射して画像形成する受動型のプロジェクターが種々と提案されている。

【0003】プロジェクションに用いられる投射光学系において、スクリーンと装置との距離を短くするためにスクリーンに対し斜め投射が可能な投射光学系が種々と提案されている。図15は特開平05-100312号公報に開示されている投射光学系の実施例の概略図である。図中、Lは照明系、LVは透過又は反射型ドットマトリックス液晶等を用いたライトバルブである。ライトバルブLVに基づく画像を投射光学系PLによってスクリーンS上に拡大投影し、スクリーンSに映し出す。この発明では投射光学系PLとして大画角の広角レンズを用いて、ライトバルブLV、及びスクリーンSを投射光学系PLの光軸Laに対してシフトして配置し、画角の端の部分を使用して投射することにより斜め投射の光学系を構成している。

【0004】また、図16は特開平05-080418号公報に開示されている投射光学系の実施例の概略図である。図中、Lは照明系、LVは透過又は反射型ドットマトリックス液晶等を用いたライトバルブである。ライトバルブLVに基づく画像を第1の投射光学系PL1によって中間像を形成し、第2の投射光学系PL2によりスクリーンSに拡大投影している。この発明では、第1、2の投射光学系の光軸を適切に傾けることにより、スクリーンSに対し斜めに投射している。

【0005】また、再公表特許W097/01787号には、複数の反射面を用いて斜め方向から画像を投射する投射光学系が開示されている。

【0006】一方、最近、非共軸光学系を利用し、光学系全体の小型化を図った結像系が種々と提案されている。非共軸光学系では、基準軸という概念を導入し構成面を非対称非球面にすることで、十分収差が補正された光学系が構築可能であることが、例えば特開平9-5650号公報にその設計法が、特開平8-292371号公報、特開平8-292372号公報にその設計例が示されている。

【0007】こうした非共軸光学系はオフアキシアル光学系（像中心と瞳中心を通る光線に沿った基準軸を考えたとき、構成面の基準軸との交点における面法線が基準軸上でない曲面（オフアキシアル曲面）を含む光学系として定義される光学系で、このとき、基準軸は折れ曲がった形状となる）と呼ばれる。このオフアキシアル光学系は、構成面が一般には非共軸となり、反射面でもケラレが生じることがないため、反射面を使った光学系の構築がしやすい。また、光路の引き回しが比較的自由に行なえる、構成面を一体成形する手法で一体型の光学系を

作りやすいという特徴をもっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】特開平05-100312号公報では、光軸に対してライトバルブとスクリーンをシフトさせた投射光学系を用いており、この場合は、図11に示すように、使用する投射光学系の画角の大きさは θ_2 である。しかしながら、使用される投射光学系としてはかなり大きい画角（ θ_1 ）を有した高画角のレンズ系を必要とする。また、通常のレンズ系では光軸Laから画角が大きくなるにしたがって光量が落ちてくる。そのため、高画角のレンズ系を使用すればするほどスクリーンSの特に上下方向で明るさに差が出てしまう。また、光軸LaがスクリーンSの中心に向かうように構成した場合（図12）、通常のレンズ系ではスクリーンS上に像が結像されず光軸Laに垂直な平面S'上に結像される。この様に構成した場合、良く知られているように投影像が台形に歪み、スクリーンSの上下方向でピントがずれてしまう。この像面の傾きを補正する場合、スクリーンSの上部を通る光線の光路L1とスクリーンSの下部を通る光線の光路L2の差を打ち消さなければならぬ。この差を補正する場合、結像面付近で補正できれば光路L1と光路L2の光路差は縮小されるので補正量は少なくて済む。一方、投影像が拡大されたスクリーン側の光学面で補正をする場合、光路L1と光路L2の光路差がそのまま影響する。

【0009】また、特開平05-080418号公報に開示されている装置では、レンズ系をチルトしているだけなので像面を十分に傾けることが難しい。また、チルト量が多すぎると光学性能を確保することが難しくなる。

【0010】再公表特許特許W097/01787号に開示されている反射型ディスプレイ装置における投射光学系は、1枚の凹面鏡と1枚又は2枚の凸面鏡を用いて共軸系を構成し、該凹面鏡と凸面鏡の一部の反射面を用いて画像を斜め方向から投射している。共軸系である為、収差補正が難しく、反射光学系を明るくすること（Fナンバーを小さくすること）が難しい。

【0011】又、投射光学系は反射部材間に絞りを配置した構成を用いている。そして絞りを通過した光束が凸面鏡に入射し、該凸面鏡からの発散光束が次の凸面鏡に入射している。この為、2番目の凸面鏡の有効径が増大する傾向があった。又、このとき2つの凸面鏡は絞りの虚像を形成している。

【0012】本発明は、投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置の提供を目的とする。

【0013】又、更に、明るい投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置の提供を目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の投射光学系は、画像表示パネルからの光束を基準軸に対して傾

斜したスクリーン面上に導光して、該スクリーン面に画像情報を形成する為の投射光学系において、該投射光学系は、曲率を有する回転非対称反射面を複数有し、該画像表示パネルからの光束が該複数の回転非対称反射面で反射をして該スクリーン面上に導光する反射光学系を有しており、該反射光学系の複数の回転非対称反射面間、又は、該反射光学系と該画像表示パネルの間に絞りを設け、該絞りが該絞り位置より該スクリーン側に配置した光学部材により負の倍率で結像をするように設定していることを特徴としている。

【0015】請求項2の発明の投射光学系は、表示パネルからの光を投射する投射光学系であって、絞りと複数の反射面とを有し、該複数の反射面のうち前記絞りを通過した光が最初に入射する屈折力を有する反射面の屈折力が正であることを特徴としている。

【0016】請求項3の発明は 請求項2の発明において、前記屈折力が正の反射面は凹面反射面または回折面であることを特徴としている。

【0017】請求項4の発明は請求項2の発明において、前記絞りは前記複数の反射面と前記パネルの間にあるか、前記屈折力が正の反射面と屈折力を有する別の反射面との間にあることを特徴としている。

【0018】請求項5の発明は請求項2、3又は4の発明において、前記屈折力が正の反射面は非球面であることを特徴としている。

【0019】請求項6の発明は請求項5の発明において、前記複数の反射面は、屈折力を有する非球面反射面を複数含むことを特徴としている。

【0020】請求項7の発明は請求項2、3又は4の発明において、前記屈折力が正の反射面は非回転対称な非球面であることを特徴としている。

【0021】請求項8の発明は請求項7の発明において、前記複数の反射面は、非回転対称な非球面を持ち且つ屈折力を有する複数の反射面を含むことを特徴としている。

【0022】請求項9の発明は請求項8の発明において、前記複数の反射面のうち屈折力を有する複数の反射面の全てが非回転対称な非球面を持つことを特徴としている。

【0023】請求項10の発明は請求項9の発明において、屈折力を有するレンズも有することを特徴としている。

【0024】請求項11の発明は請求項1の発明において、前記投射光学系は、前記画像表示パネルと前記スクリーンとが非平行の状態で配置されているときに使用されるものであることを特徴としている。

【0025】請求項12の発明は請求項1又は11の発明において、前記反射光学系は、前記画像表示パネルからの光束を集光させて、光路中に中間像を結像することを特徴としている。

【0026】請求項13の発明は請求項1、11又は12の発明において、前記複数の回転非対称反射面の少なくとも一つは表面反射鏡より成っていることを特徴としている。

【0027】請求項14の発明は請求項1、11又は12の発明において、前記複数の回転非対称反射面の少なくとも一つは裏面反射鏡より成っていることを特徴としている。

【0028】請求項15の発明は請求項1又は11から14のいずれか1項の発明において、前記反射光学系は、透明体の表面に2つの屈折面と曲率を有する前記回転非対称反射面を複数形成し、前記画像表示パネルからの光束が1つの屈折面から該透明体の内部へ入射し、該複数の回転非対称反射面で反射して別の屈折面から射出するように構成された光学ブロックを少なくとも一つ含むことを特徴としている。

【0029】請求項16の発明は請求項1又は11から15のいずれか1項の発明において、前記複数の回転非対称反射面の少なくとも2つの反射面はモールド成形により一体で作成されていることを特徴としている。

【0030】請求項17の発明は請求項1又は11から16のいずれか1項の発明において、前記画像表示パネルの中心とスクリーン面上の画像情報の中心とを結ぶ中心線のまわりに前記反射光学系を展開したときの画像表示パネル側のアジマス ξ 度における主点位置を $H(\xi)$ とし、該中心線と該スクリーン面の法線を含む面を表すアジムスを α としたとき

$$|H(\alpha+90^\circ)-H(\alpha)|/H(\alpha) < 0.2 \cdots (1)$$

となる条件を満足することを特徴としている。

【0031】請求項18の発明は請求項1又は11から17のいずれか1項の発明において、前記画像表示パネルの中心とスクリーン面上の画像情報の中心を結ぶ中心線と前記スクリーンの法線とのなす角を θ とし、該中心線のまわりに前記反射光学系を展開したときのアジマス ξ 度における焦点距離を $f(\xi)$ とし、該中心線と前記スクリーンの法線を含む面を表すアジムスを α としたとき

$$|1-\cos \theta f(\alpha)/f(\alpha+90^\circ)| < 0.2 \cdots (2)$$

となる条件を満足することを特徴としている。

【0032】請求項19の発明の投射型表示装置は請求項1から18のいずれか1項に記載の投射光学系を用いて画像表示パネルに基づく光束をスクリーン面上に導光し、該スクリーン面に画像情報を形成していることを特徴としている。

【0033】請求項20の発明の投射型表示装置は請求項1から18のいずれか1項に記載の投射光学系を用いて画像表示パネルに基づく光束を1つ又は複数の平面ミラーを介して透過型のスクリーンに導光し、該スクリーン面に画像情報を形成していることを特徴としている。

【0034】

【発明の実施の形態】本実施形態の説明に入る前に、実

施形態の構成諸元の表し方及び実施形態全体の共通事項について説明する。

【0035】図17は本発明の光学系の構成データを定義する座標系の説明図である。本発明の実施形態では物体側から像面に進む1つの光線（図17中の一点鎖線で示すもので基準軸光線と呼ぶ）に沿ってi番目の面を第i面とする。

【0036】図17において第1面R1は屈折面、第2面R2は第1面R1に対してチルトされた反射面、第3面R3、第4面R4は各々の前面に対してシフト、チルトされた反射面、第5面R5は第4面R4に対してシフト、チルトされた屈折面である。第1面R1から第5面R5までの各々の面はガラス、プラスチック等の媒質で構成される一つの光学素子上に構成されており、図17中では第1の光学素子B1としている。

【0037】従って、図17の構成では不図示の物体面から第1面R1までの媒質は空気、第1面R1から第5面R5まではある共通の媒質、第5面R5から不図示の第6面R6までの媒質は空気で構成している。

【0038】本発明の光学系はOff-Axial 光学系であるため光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、本発明の実施形態においては先ず第1面の中心を原点とする絶対座標系を設定する。

【0039】そして、本発明の実施形態においては、第1面の中心点を原点とすると共に、原点と最終結像面の中心とを通る光線（基準軸光線）の経路を光学系の基準軸と定義している。さらに、本実施形態中の基準軸は方向（向き）を持っている。その方向は基準軸光線が結像に際して進行する方向である。

【0040】本発明の実施形態においては、光学系の基準となる基準軸を上記の様に設定したが、光学系の基準となる軸の決め方は光学設計上、収差の取り纏め上、若しくは光学系を構成する各面形状を表現する上で都合の良い軸を採用すれば良い。しかし、一般的には像面の中心と、絞り又は入射瞳又は射出瞳又は光学系の第1面の中心若しくは最終面の中心のいずれかを通る光線の経路を光学系の基準となる基準軸に設定する。

【0041】つまり、本発明の実施形態においては、基準軸は第1面の中心点を通り、最終結像面の中心へ至る光線（基準軸光線）が各屈折面及び反射面によって屈折・反射する経路を基準軸に設定している。各面の順番は基準軸光線が屈折・反射を受ける順番に設定している。

【0042】従って基準軸は設定された各面の順番に沿って屈折若しくは反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面の中心に到達する。

【0043】本発明の各実施形態の光学系を構成するチルト面は基本的にすべてが同一面内でチルトしている。そこで、絶対座標系の各軸を以下のように定める。

【0044】Z軸：原点と物体面中心を通る直線。物体面から第1面R1に向かう方向を正とする

Y軸：原点を通りチルト面内（図17の紙面内）でZ軸に対して反時計回りに90°をなす直線

X軸：原点を通りZ、Y各軸に垂直な直線（図17の紙面に垂直な直線）

又、光学系を構成する第i面の面形状を表すには、絶対座標系にてその面の形状を表記するより、基準軸と第i面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表した方が形状を認識する上で理解し易い為、第i面の面形状をローカル座標系で表わす。

【0045】また、第i面のYZ面内でのチルト角は絶対座標系のZ軸に対して反時計回り方向を正とした角度 θ_i （単位°）で表す。よって、本発明の実施形態では各面のローカル座標の原点は図17中のYZ平面上にある。またXZおよびXY面内での面の偏心はない。さらに、第i面のローカル座標(x, y, z)のy, z軸は絶対座標系(X, Y, Z)に対してYZ面内で角度 θ_i 傾いており、具体的には以下のように設定する。

【0046】z軸：ローカル座標の原点を通り、絶対座標系のZ方向に対しYZ面内において反時計方向に角度 θ_i をなす直線

y軸：ローカル座標の原点を通り、z方向に対しYZ面内において反時計方向に90°をなす直線

x軸：ローカル座標の原点を通り、YZ面に対し垂直な直線

また、 D_i は第i面と第(i+1)面のローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量、 N_{di} 、 ν_{di} は第i面と第(i+1)面間の媒質の屈折率とアッペ数である。

【0047】ここで、球面は以下の式で表される形状である：

【0048】

【数1】

$$z = \frac{(x^2 + y^2)/R_i}{1 + \left\{1 - (x^2 + y^2)/R_i^2\right\}^{1/2}}$$

【0049】また、本発明の光学系は少なくとも一回転非対称な非球面を一面以上有し、その形状は以下の式により表す：

$$z = C02y^2 + C20x^2 + C03y^3 + C21x^2y + C04y^4 + C22x^2y^2 + C40x^4 + C05y^5 + C23x^2y^3 + C41x^4y + C06y^6 + C24x^2y^4 + C42x^4y^2 + C60x^6$$

上記曲面式はxに関して偶数次の項のみであるため、上記曲面式により規定される曲面はyz面を対称面とする面対称な形状である。さらに以下の条件が満たされる場合はxz面に対して対称な形状を表す。

【0050】 $C03 = C21 = t = 0$

さらに

$$C02 = C20 \quad C04 = C40 = C22/2 \quad C06 = C60 = C24/3 = C42/3$$

が満たされる場合は回転対称な形状を表す。以上の条件を満たさない場合は非回転対称な形状である。

【0051】次に本発明の各実施形態について説明する。

【0052】図1は本発明の投射光学系を用いた投射型表示装置の実施形態1の要部概略図である。

【0053】図1においてLVは反射型ドットマトリックス液晶やデジタルマイクロミラーデバイス等を用いたライトバルブ（画像表示パネル）である。LはライトバルブLVに光を照明する照明系である。照明系Lはランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から成り立っている。1はライトバルブLVで光変調された光をスクリーンSに導光し、スクリーンS面上に画像を形成するためのオフアキシタル系を利用した投射光学系である。図2は図1の投射光学系1とライトバルブLV、そして照明系Lの拡大図である。

【0054】図2の投射光学系は曲率を有する回転非対称反射面を複数有し、画像表示パネルからの光束が複数の回転非対称反射面で反射を繰り返してスクリーンに投射され、その面上に実像を結ぶ反射光学系より成っている場合を示しているが、投射光学系は図2に示す反射光学系の他にレンズ系や他の反射光学系を有するように構成しても良い。

【0055】図1、図2において、反射光学系1はライ

トバルブLVからの光線の通過順に、絞りSS、凹面鏡R1・凸面鏡R2・凹面鏡R3・凸反射面R4・凸面鏡R5・凹面鏡R6の6つの反射面で構成されている。すべての反射面はYZ平面のみに対して対称な面である。ここで、凸面鏡R5と凹面鏡R6の間でライトバルブLVに基づく画像は中間結像しており、絞りSSは凹面鏡R6付近の位置SSaで結像している。即ち凹面鏡R6付近で瞳の結像をしている。この位置SSaはスクリーンS側の瞳となる。ここで絞りSSはスクリーンS側の光学系により一度実像として結像し、このときの結像倍率は負の倍率となっている。この様に、本実施形態では絞りSSの像が絞り位置よりスクリーンS側の光学系（反射面R1～R5）により負の倍率の結像をする構成を取ることにより、各面の光線有効径を小さく抑え、反射面等の各光学素子及び光学系全体のコンパクト化を達成している。

【0056】本実施形態では、ライトバルブLVの大きさは10.8×19.2mm、スクリーンSの大きさは縦横比9：16の60インチ（747×1328mm）である。また、スクリーンSの法線Saは基準軸Aに対し42度傾いている。以下、本実施例に用いられる反射光学系の構成データを示す。構成データでは絞りS面から像面（スクリーン面）に至る各面に順に番号を付している。

絞り径		9.00				
i	Yi	Zi	θ_i	Di	Ndi	v_{di}
1	0.00	0.00	0.00	32.26	1	絞り
2	0.00	32.26	17.67	45.33	1	反射面
3	-26.22	-4.71	8.29	46.47	1	反射面
4	-41.18	39.28	17.39	45.51	1	反射面
5	-77.79	12.25	14.50	59.90	1	反射面
6	-102.68	66.73	-2.06	102.23	1	反射面
7	-138.37	-29.06	-4.71	980.17	1	反射面
8	-635.29	836.51	12.14		1	像面
非球面形状						
R1面	C02=-4.49687e-03		C20=-4.86771e-03			
	C03=5.69210e-06		C21=1.24178e-05			
	C04=-1.51960e-07		C22=-2.54883e-07		C40=-1.42672e-07	
	C05=-2.46793e-10		C23=-4.09563e-09		C41=-1.82622e-09	
	C06=-6.21629e-11		C24=-1.54069e-10		C42=-2.02039e-10	
	C60=-7.59135e-12					
R2面	C02=-3.53809e-03		C20=-3.25444e-03			
	C03= 4.17013e-05		C21= 1.32567e-04			
	C04=-9.98623e-07		C22=-1.51987e-06		C40=-4.45744e-07	
	C05= 1.30709e-08		C23=-9.55779e-09		C41=-1.73083e-08	
	C06=-5.65529e-10		C24=-6.97342e-11		C42=-4.30573e-10	
	C60=-2.13646e-11					
R3面	C02=-1.30032e-03		C20=-2.56607e-04			
	C03= 4.43561e-06		C21= 1.32174e-04			
	C04=-2.62553e-08		C22= 1.00960e-06		C40= 7.68176e-07	
	C05= 1.74031e-09		C23= 8.37695e-09		C41= 1.20650e-08	

	C06=-1.36927e-11	C24= 1.74384e-10	C42= 2.96519e-10
	C60= 6.13742e-11		
R 4 面	C02=-1.66701e-03	C20=-3.65447e-03	
	C03= 2.01207e-05	C21= 2.02910e-04	
	C04= 4.13482e-07	C22=-1.01346e-06	C40= 5.37830e-07
	C05= 1.69426e-10	C23= 2.13758e-08	C41= 2.22534e-09
	C06=-1.10132e-10	C24=-4.19386e-10	C42=-3.64616e-10
	C60=-2.17667e-10		
R 5 面	C02=-3.70314e-04	C20=-2.44681e-03	
	C03= 1.34521e-06	C21= 3.26044e-05	
	C04= 3.10235e-07	C22= 1.40380e-08	C40=-7.66155e-08
	C05= 1.21219e-09	C23= 1.33276e-08	C41= 2.02925e-09
	C06=-7.87877e-11	C24= 1.31044e-10	C42= 5.22698e-11
	C60=-1.13702e-11		
R 6 面	C02= 3.77979e-03	C20= 5.98505e-03	
	C03=-1.57953e-05	C21=-3.81115e-05	
	C04= 9.47079e-08	C22= 1.91802e-07	C40=-2.34207e-07
	C05= 5.93045e-10	C23= 1.52327e-09	C41= 4.88138e-09
	C06=-1.73838e-11	C24=-7.00697e-12	C42=-5.86393e-11
	C60= 1.15306e-11		

次に本実施形態の光学系における光学作用を説明する。照明系Lの光源LPから発生した光は、不図示のコンデンサーレンズ、カラーフィルター等を通りライトバルブLVを照明し、ライトバルブLVで光変調された光が反射光学系1で集光されスクリーンに導光され、ライトバルブLVに基づく画像が映し出される。

【0057】図4はスクリーンS上でのデフォーカス特性、周辺光量を評価する評価位置を示して。本実施形態の投射光学系1のディストーションの様子を図3に、スクリーンS上の像位置①、②、③、④、⑤の位置でのデフォーカス特性を図5に示す。本実施形態の投射光学系1は図3を見れば分かる通り、大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。図5のデフォーカス特性を表す個々のグラフは基準軸上においてスクリーンから-25cm~25cmの範囲における周波数1本/mmのMTFを示して、実線がスクリーン上のローカル座標でのy方向のコントラスト値で、破線がスクリーン上のローカル座標でのx方向のコントラスト値を表している。この図から各像位置において、スクリーン上でMTFがピークをもつ、つまり、スクリーン上にピントが合っていることがわかる。また、各像位置でコントラ

$$| (H(90) - H(0)) / H(0) | = 0.03 < 0.2 \cdots (1)$$

$$| 1 - \cos(42^\circ) \cdot f(0) / f(90) | = 0.03 < 0.2 \cdots (2)$$

となる（ここで42度はスクリーンSの法線Saと基準軸Aのなす角である。）。

【0062】本実施形態においては基準軸Aに対し、ライトバルブLVをシフト、若しくはチルトさせているわけではないので、反射光学系1をライトバルブLVから見た

ト値はほぼ50%を確保している。

【0058】また、図4に示してあるスクリーンにおける対角線上の位置⑤、⑦、④、⑧、⑨の像位置における光量比は以下ようになる（位置④の光量を100とする）。

【0059】

⑤=94.8、⑦=95.3、④=100、⑧=94.2、⑨=91.8

この様に光量分布にほとんど差は見られない。

【0060】本実施形態で用いられている反射光学系において、基準軸の周りに展開したアジマス0度と90度における焦点距離f1(0)、f1(90)とライトバルブLV側の主点位置H1(0)、H1(90)を計算すると以下のような値になる。ただし、アジマス0度は図4において像位置②、④、⑥を含むアジマスであり、アジマス90度は図4において像位置③、④を含むアジマスである。また、主点位置は凹面鏡R1を基準とし、光の進む方向を正としている。

【0061】f1(0)=-17.83、f1(90)=-13.7、H1(0)=-132.72、H1(90)=-128.764

故に、前述の(1)、(2)式による値は、

ときにアジマス依存性が少ない、つまり主点位置にアジマス依存性が少ない方が望ましい。本実施形態では、(1)式の値から解るように主点位置のアジマス依存性が少ないといえる。もし、(1)式の値が大きい場合、非対称性の収差が多く発生することになり収差補正上好まし

くなく、0.2以上になると収差補正が難しくなる。図13は図12の状態におけるスクリーン部を表している。図13において、Aは基準軸、Sは傾いたスクリーン、S'は基準軸Aに垂直な平面であり、スクリーンSと面S'は角度 θ だけ傾いている。本来は面S'上に反射光学系1で拡大投影されたライトバルブLVの像面が結像される。特開平09-5650号公報に開示されているように、基準軸Aの周りに展開し、評価面を基準軸に垂直な平面S'で評価した場合、近軸量はアジマス ξ とアジマス $\xi + 180^\circ$ で同じ値を示す。故に、特開平09-5650号公報で表される近軸量が像面の傾きを起こすわけではない。つまり、像面湾曲と同種の収差が、詳しく述べると、スクリーンSと面S'の交線から離れるにしたがってピント位置がずれる収差が発生しているために像面が傾くと解釈できる。こう解釈した場合、評価面である面S'におけるy方向の倍率 $\beta y'$ はスクリーンSにおける倍率 βy が射影されたと考えることができるので、スクリーンS上で縦横比が保たれるためには、以下の関係を満たしている必要がある。

【0063】

$$\beta y = \beta y' / \cos \theta = \beta x \quad (\text{図14参照})$$

ゆえに

【0064】

【数2】

$$\beta y' / \beta x = \cos \theta = \frac{(f(0) - ss'(0)) / f(0)}{(f(90) - ss'(90)) / f(90)} = \frac{f(90)}{f(0)}$$

【0065】ここで、 $ss'(0)$ 、 $ss'(90)$ はアジマス 0° と 90° における反射光学系のスクリーンS側の主点位置からスクリーンSまでの距離である。上式において、本実施形態では $ss'(0) = 1034$ 、 $ss'(90) = 991$ であるので、 $ss'(0) \approx ss'(90)$ 、 $ss'(0) \gg f(0)$ 、 $ss'(90) \gg f(0)$ として近似した。つまり、(2)式が小さいことが縦横比が保たれる条件である。(2)式の値が0.2より大きくなるとディストーションが大きくなり収差補正が難しくなる。また、スクリーン側の瞳SSaに絞りを置いた場合、スクリーンの上部を通る光路長とスクリーン下部を通る光路長が異なるためにこの位置に絞りを設けるとスクリーンの上下で明るさに差があるので好ましくない。

【0066】本実施形態では前述の(1)、(2)式のうち少なくとも一方を満足させるようにしている。

【0067】本実施形態では絞りを表示パネル(ライトバルブ)LVと反射光学系1との間に設けたが本実施形態はこれに限らない。本実施形態では回転非対称反射面を

表面反射面として用いているが、特開平8-292372号公報、特開平9-222561号公報、特開平9-258105号公報等で開示されているように透明体の表面に回転非対称反射面を形成した光学ブロックを使用しても良い。さらに、複数の回転非対称表面反射面を一体にモールド成形しても良い。本実施形態では、回転非対称反射面を6面用いているが、反射面は6面に限らずいくつあっても良い。ただし、収差補正上、少なくとも3枚以上あることが望ましい。また、回転非対称反射面はある平面に対して対称な形状であるが、これに限らない。

【0068】図6は本発明の投射型表示装置の実施形態2の要部概略図である。図6においてLLはライトバルブLV1に光を照明する照明系である。2はライトバルブLV1で光変調された光をスクリーンSに投射するためのオフアキシシャル系を利用した反射光学系である。図7は図6の反射光学系2と照明系LLの詳細図である。図6、図7において、LV1は透過型ドットマトリックス液晶等から成るライトバルブ、M(M1~M5)は平面ミラー、または、ダイクロイックミラーであり、L2は光源、Pはダイクロイックプリズムである。SSは絞りである。

【0069】図6、図7において、反射光学系2はダイクロイックプリズムPからの光線の通過順に、凹面鏡R1・凸面鏡R2、絞りSS、凹面鏡R3・凸反射面R4・凸面鏡R5・凹面鏡R6の6つの反射面で構成されている。すべての反射面はYZ平面のみに対して対称な面である。ここで、凸面鏡R5と凹面鏡R6の間でライトバルブLV1に基づく画像は中間結像しており、絞りSSは凹面鏡R6付近で結像している。即ち凹面鏡R6付近で瞳の結像をしている。この様に、絞りSSの像が絞り位置よりスクリーン側の光学系(R3~R6)により負の倍率の結像をする構成を取ることにより、各面の光線有効径を小さく抑え、各光学素子及び光学系全体のコンパクト化を達成している。

【0070】また、凹面鏡R1・凹面鏡R3・凸面鏡R5、凸面鏡R2・凸反射面R4は、それぞれモールド成形等により一体的に構成されている。

【0071】本実施形態においてライトバルブLV1の大きさは12.82×22.8mm、スクリーンSの大きさは縦横比9:16の60インチ(747×1328mm)である。また、スクリーンSの法線Saは基準軸Aに対し42度傾いている。以下、本実施形態に用いられる反射光学系の構成データを示す。

絞り 楕円形状長軸 10mm 短軸 8mm

物体側NA0.14

i	Yi	Zi	θ_i	Di	Ndi	v_{di}
1	0.00	0.00	0.00	40.00	1.51633	0.00 屈折面
2	0.00	40.00	0.00	94.44	1	屈折面
3	0.00	134.44	24.10	62.00	1	反射面
4	-46.22	93.12	3.20	20.00	1	反射面

5	-59.55	108.03	-41.80	66.05	1	絞り
6	-103.58	157.27	-5.43	65.00	1	反射面
7	-137.00	101.52	-1.54	60.95	1	反射面
8	-171.10	152.04	-4.02	112.93	1	反射面
9	-220.57	50.52	5.48	969.57	1	反射面
10	-466.94	969.57	26.99		1	像面
非球面形状						
R 1 面	C02=-3.44101e-03	C20=-4.58807e-03				
	C03=3.00440e-07	C21=2.78030e-06				
	C04=-7.01756e-08	C22=-1.74221e-07	C40=-1.12497e-07			
	C05=-1.27294e-10	C23=8.12098e-11	C41=3.12082e-10			
	C06=-3.83615e-12	C24=-1.10477e-11	C42=-1.44544e-11			
c60=-7.14330e-12						
R 2 面	C02=-1.77378e-03	C20=-5.41577e-03				
	C03=5.41708e-06	C21=7.40562e-05				
	C04=-1.76494e-07	C22=-8.51854e-07	C40=-3.39088e-07			
	C05=1.36936e-09	C23=1.39948e-08	C41=1.57616e-08			
	C06=-1.31153e-11	C24=-1.03951e-10	C42=-3.22676e-10			
c60= 5.17060e-11						
R 3 面	C02=-4.06842e-04	C20=4.21014e-04				
	C03=-1.71357e-05	C21=5.33947e-05				
	C04=1.45062e-07	C22=-1.23899e-07	C40=5.80084e-07			
	C05=-5.71252e-10	C23=6.97038e-09	C41=1.25680e-08			
	C06=6.89521e-13	C24=3.16751e-12	C42=2.25270e-10			
c60=8.97051e-11						
R 4 面	C02=1.20784e-03	C20=2.06883e-03				
	C03=-1.40533e-05	C21=4.44511e-05				
	C04=1.42042e-07	C22=-1.75304e-09	C40=1.84753e-07			
	C05=9.01218e-10	C23=1.46871e-09	C41=2.53895e-10			
	C06=-4.31366e-12	C24=-8.79849e-12	C42=-1.82599e-12			
c60=-4.30585e-12						
R 5 面	C02=2.70769e-03	C20=1.00819e-03				
	C03=5.68901e-06	C21=3.16537e-05				
	C04=4.86535e-07	C22=-9.16386e-08	C40=4.00354e-08			
	C05=-1.21193e-09	C23=-6.83278e-10	C41=1.45772e-09			
	C06=5.47807e-12	C24=-1.36131e-10	C42=-9.34573e-11			
c60=-7.03592e-13						
R 6 面	C02=3.62336e-03	C20=5.17427e-03				
	C03=-1.38973e-05	C21=-2.14069e-05				
	C04=1.47678e-07	C22=1.65634e-07	C40=-4.61086e-08			
	C05=-1.05417e-09	C23=-7.54144e-10	C41=3.87584e-10			
	C06=5.56347e-12	C24=5.18352e-12	C42=-1.00483e-12			
c60= 7.76995e-12						

次に本実施形態における光学作用を説明する。照明系LLの光源L2から発生した光は複数枚の反射鏡Mを通り、R（赤色）G（緑色）B（青色）の三原色に分割される。そして、R、G、B各色光はそれぞれに対応するライトバルブLV1を通り、ダイクロイックプリズムPにより合成され、反射光学系2でスクリーンS上に導光され

る。ライトバルブLV1に基づく画像（カラー画像）が反射光学系でスクリーンに映し出される。本実施形態の投射光学系2のディストーションの様子を図8に、図4におけるスクリーンS上の像位置①、②、③、④、⑤の位置でのデフォーカス特性を図9に示す。本実施形態の投射光学系2は図8を見れば分かったとおり、大きなディス

トーションはなく、非対称なディストーションも少ない。図9のデフォーカス特性を表す個々のグラフは基準軸上においてスクリーンから-25cm~25cmの範囲における周波数1本/mmのMTFを示して、実線がスクリーン上のローカル座標でのy方向のコントラスト値で、破線がスクリーン上のローカル座標でのx方向のコントラスト値を表している。この図から各像位置において、スクリーン上でMTFがピークをもつ、つまり、スクリーン上にピントが合っていることがわかる。また、各像位置でコントラスト値はほぼ50%を確保している。

【0072】また、図4に示してあるスクリーンにおける対角線上の⑤、⑦、④、⑧、⑨の像位置における光量比は以下ようになる(④の光量を100とする)。

【0073】

⑤=96.5、⑦=101.2、④=100、⑧=102.9、⑨=105.5
この様に光量分布にほとんど差は見られない。

【0074】本実施形態で用いられている反射光学系において、基準軸の周りに展開したアジマス0度と90度における焦点距離 $f_1(0)$ 、 $f_1(90)$ とライトバルブLV1側の主点位置 $H_1(0)$ 、 $H_1(90)$ を計算すると以下のような値になる。ただし、アジマス0度は図4において像位置②、④、⑥を含むアジマスであり、アジマス90度は図4において像位置③、④を含むアジマスである。また、主点位置は凹面鏡R1を基準とし、光の進む方向を正としている。

【0075】 $f_1(0)=-19.81$ 、 $f_1(90)=-15.25$ 、 $H_1(0)=-140.15$ 、 $H_1(90)=-135.79$

故に

$$|(H(90)-H(0))/H(0)|=0.03<0.2\cdots(1)$$

$$|1-\cos(42^\circ)f(0)/f(90)|=0.03<0.2\cdots(2)$$

となる(ここで42度はスクリーンSの法線Saと基準軸Aのなす角である)。

【0076】本実施形態においては基準軸Aに対し、ライトバルブLV1をシフト、若しくはチルトさせているわけではないので、反射光学系2をライトバルブLV1から見たときにアジマス依存性が無い、つまり主点位置にアジマス依存性が無い方が望ましい。本実施形態では、(1)式の値から解るように主点位置のアジマス依存性が少ないといえる。もし、(1)式の値が大きい場合、非対称性の収差が多く発生することになり収差補正上好ましくなく、0.2以上になると収差補正が難しくなる。また、(2)式が小さいので、スクリーン上での縦横比が保たれている。(2)式の値が0.2より大きくなるとディストーションが大きくなり収差補正が難しくなる。また、スクリーンS側の瞳に絞りを置いた場合、スクリーンの上部を通る光路長とスクリーン下部を通る光路長が異なるためにこの位置に絞りを設けるとスクリーンの上下で明るさに差が出て来る。

【0077】本実施形態では絞りSSを回転非対称反射面R2と回転非対称反射面R3の間に設けたが本実施形態

はこれに限らない。本実施形態では回転非対称反射面を表面反射面として用いているが、特開平8-292372号公報、特開平9-222561号公報、特開平9-258105号公報等で開示されているように透明体の表面に回転非対称反射面を形成した光学ブロックを使用しても良い。

【0078】さらに、本実施形態では、凹面鏡R1・凹面鏡R3・凸面鏡R5、凸面鏡R2・凸反射面R4は、それぞれモールド成形等により一体的に構成されているがこれに限定はされない。本実施形態では、回転非対称反射面を6面用いているが、反射面は6面に限らず、いくつであっても良い。ただし、収差補正上、少なくとも3枚以上あることが望ましい。また、回転非対称反射面はある平面に対して対称な形状であるが、これに限らない。

【0079】図10は本発明の投射型表示装置の実施形態3の要部概略図である。本実施形態は図6の実施形態2に比べて、投射光学系を、前面に透過型スクリーンSを設けたケースK内に備え背面投射型表示装置に適用した点が異なっている。反射光学系2からの光束を平面ミラーMM1と平面ミラーMM2で折り返され透過型のスクリーンSに投射している。この様にスクリーンS上に斜めに投射する投射光学系を用いることにより装置の奥行きを小さくしている。この場合、基準軸とスクリーンの角度が大きければ大きいほど装置の奥行きを縮めることができる。

【0080】本実施例では平面ミラーMM1とMM2の2つのミラーで光路を折曲げているが本実施形態はこれに限定されず、2以上の複数のミラーを用いても良い。

【0081】以上のように本発明の各実施形態によれば、斜め投射をする投射型表示装置において、曲率を有する回転非対称反射面を3面以上有し、画像表示パネルからの光束が前記複数の回転非対称反射面で反射を繰り返してスクリーンに投影され実像を結ぶ反射光学系を用い、かつ反射光学系として回転非対称反射面と反射面の間、又は、反射光学系と表示パネルの間に絞りを設け、絞りの像が絞り位置よりスクリーン側の光学系により負の倍率の結像をするように構成することにより、装置の小型化を図りつつ、周辺光量比を確保し、かつ拡大率の高い斜め投射の投射型表示装置を得ることができる。さらに、本実施形態によればスクリーン面上に拡大投影される像面が基準軸に対して斜めに結像されるように構成し、基準軸周りに展開される焦点距離、主点位置等を適切な値に設定することにより、斜め投射でありながらスクリーンでの光量をほぼ均一にし、ディストーション、主に台形歪みを抑え良好なる投射画像を得ることができる。

【0082】

【発明の効果】本発明によれば以上のように各要素を設定することにより、装置の小型化を図りつつ、周辺光量比を多く確保し、かつ拡大率の高い斜め投射の方式を用

いた投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態 1 の投射光学系を用いた投射型表示装置の構成図

【図 2】図 1 の投射光学系の反射光学系 1 と照明系 L、ライトバルブ LV の構成図

【図 3】本発明の実施形態 1 の投射光学系のディストーションを示す説明図

【図 4】本発明に係るスクリーン上における評価位置を示す説明図

【図 5】本発明の実施形態 1 の投射光学系のデフォーカス特性を示す説明図

【図 6】本発明の実施形態 2 の投射光学系を用いた投射型表示装置の構成図

【図 7】本発明の実施形態 2 の投射光学系の反射光学系 2 と照明系の構成図

【図 8】本発明の実施形態 2 の投射光学系のディストーションを示す説明図

【図 9】本発明の実施形態 2 の投射光学系のデフォーカス特性を示す説明図

【図 10】本発明の実施形態 3 の投射型表示装置を示す説明図

【図 11】従来のシフト光学系の概念図

【図 12】従来の斜め投射した光学系の概念図

【図 13】斜め投射した場合の倍率の関係を示す説明図

【図 14】斜め投射した場合の倍率の関係を示す説明図

【図 15】従来の斜め投射光学系を示す説明図

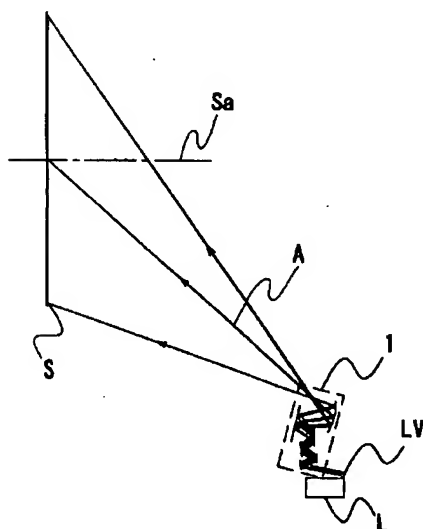
【図 16】従来の斜め投射光学系を示す説明図

【図 17】本発明における反射光学系の座標系の説明図

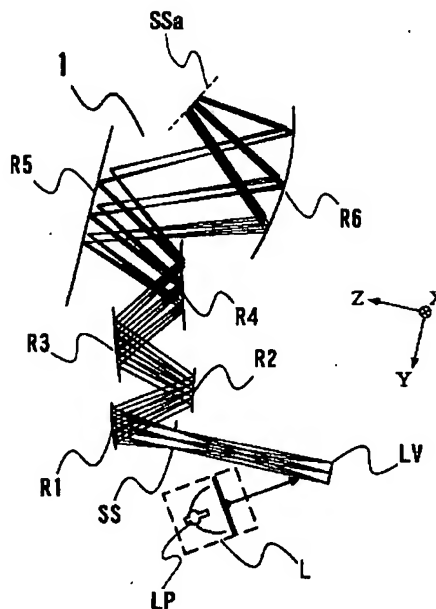
【符号の説明】

1、2・・・反射光学系
L、L2・・・照明光学系
LV、LV1・・・ライトバルブ
LL・・・ライトバルブ、照明系
R1～R6・・・回転非対称反射面
S・・・スクリーン
SS・・・絞り
S'・・・基準軸に垂直な平面
M・・・ミラー、及びダイクロイックミラー
M1、M2・・・折り返しミラー
P・・・ダイクロイックプリズム
A・・・基準軸
K・・・収納ケース
 $\beta_x, \beta_y, \beta_y'$ ・・・倍率
Ri, Rm, n 面
Bi 第 i の光学素子
Di 基準軸に沿った面間隔
Ndi 屈折率
 v_{di} アッペ数

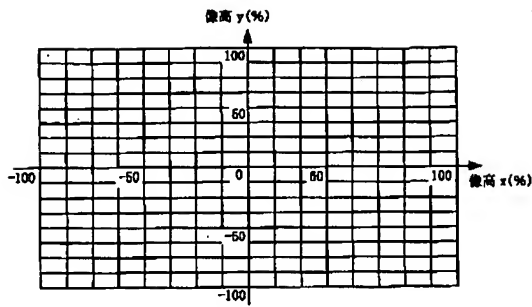
【図 1】



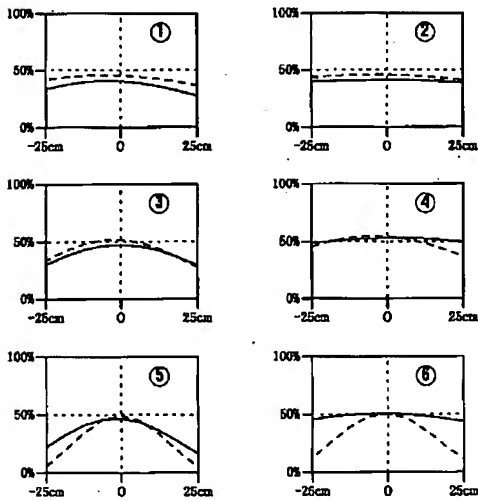
【図 2】



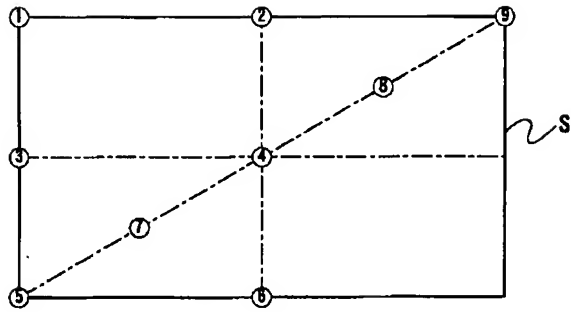
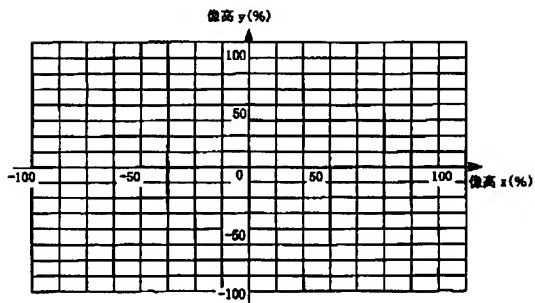
【图3】



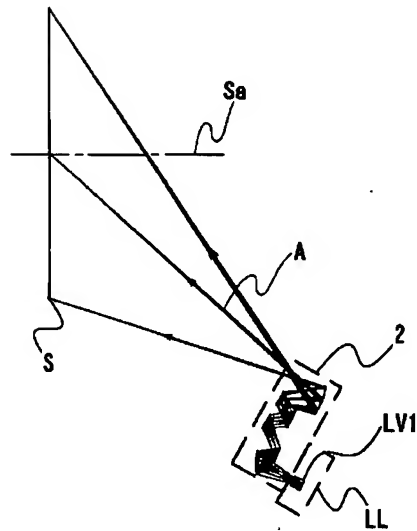
【图5】



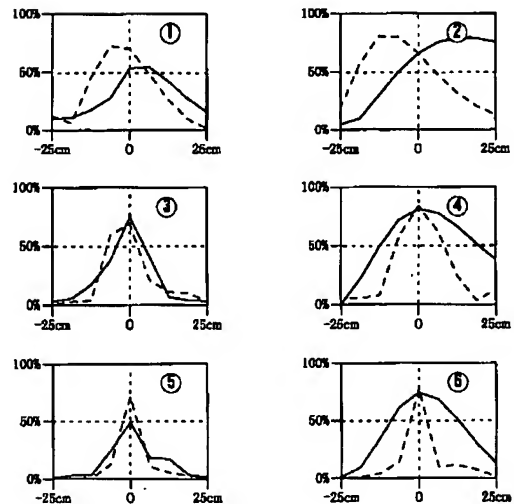
【图8】



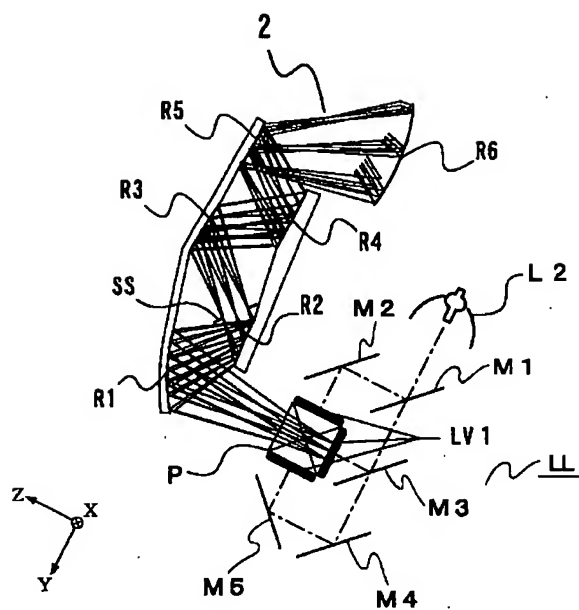
【图6】



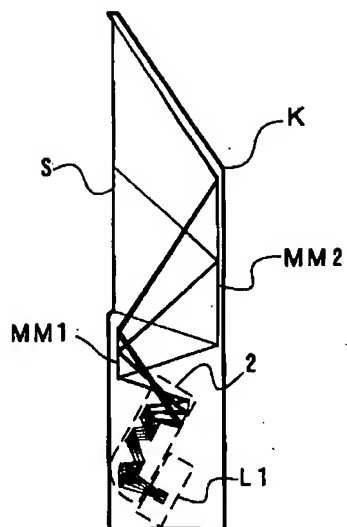
【图9】



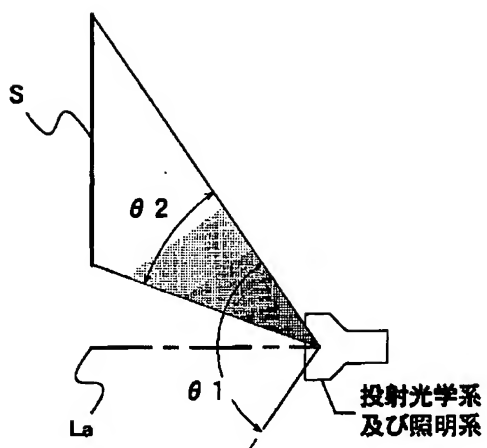
【図7】



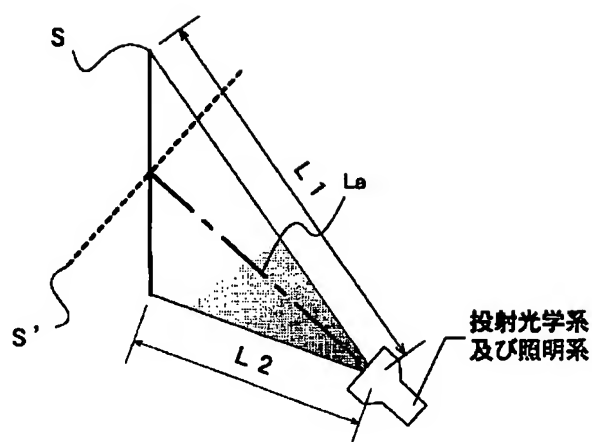
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

ターマコード' (参考)

H O 4 N 5/74

H O 4 N 5/74

A

F ターム (参考) 2H087 KA06 KA07 TA01
2H088 EA13 EA14 EA15 HA13 HA21
HA24 HA28 MA01 MA20
5C058 EA02 EA12 EA13
5G435 AA01 AA18 BB17 DD02 FF03
FF08 GG03 GG08 GG23 LL15
9A001 BB04 BB06 HZ23 KK16